

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

А.А. Лебезов

08.09

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико – энергетический институт имени А.И. Лейпунского» на диссертационную работу Селявского Вадима Юрьевича «Выделение и концентрирование америция соосаждением на оксалате кальция», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» (технические науки)

Актуальность работы

Атомная энергетика играет всё более важную роль в России. Внедрение новых технологий в этой отрасли не только помогает покрыть растущий спрос на электроэнергию, но и решает две ключевые задачи: обеспечение сырьем для ядерной генерации и переработку отработавшего топлива.

Повышение уровня защищенности предприятий атомного энергопромышленного комплекса России – одна из ключевых задач в сфере государственной и общественной безопасности, что соответствует положениям Стратегии национальной безопасности РФ, поскольку увеличение объема радиоактивных отходов создает угрозу как для здоровья людей, так и для экологической безопасности. Экологическая безопасность достигается за счёт трансмутации наиболее опасных элементов облученного ядерного топлива – минорных актинидов, таких как америций.

Усовершенствование технологий выделения и разделения радионуклидов трансурановых элементов представляет собой важное направление научных исследований, способствующее развитию современных методов переработки отработавшего ядерного топлива. В связи с этим рассматриваемая тематика, диссертационного исследования Селявского В.Ю. обладает научной значимостью и практической ценностью для развития атомной отрасли.

Научная новизна и достоверность положений, выводов и результатов состоит в следующем:

- установлено, что америций можно выделять и концентрировать методом соосаждения на оксалате кальция в качестве носителя. Растворимость осадков,

содержащих америций, зависит от нескольких факторов, включая концентрацию нитрата натрия, содержание ионов оксалата и кальция, присутствие других элементов, а также уровень кислотности среды. Выведено уравнение, позволяющее определить оптимальные условия образования осадка оксалата кальция с размером частиц 2–3 мкм;

- установлено, что многократное соосаждение америция на оксалате кальция обеспечивает его селективное извлечение из растворов сложного состава в широком диапазоне концентраций – от 0,33 до 0,0076 г/дм³. При этом предлагаемый метод позволяет значительно снизить активность (ВАО) конечных растворов, достигая остаточной концентрации америция до $0,4 \cdot 10^{-6}$ г/дм³ (САО);

- определены физико-химические закономерности соосаждения америция на оксалате кальция. Показано, что система $Am_2(C_2O_4)_3 - CaC_2O_4$ относится к группе систем, в которых процесс соосаждения определяется преимущественно адсорбцией микрокомпонента ($Am_2(C_2O_4)_3$) на поверхности носителя – макрокомпонента (CaC_2O_4);

- определена растворимость оксалата америция при различных концентрациях азотной (от 0 до 1,0 моль/дм³) и щавелевой (от 0 до 0,3 моль/дм³) кислот при температуре до 25,0 °С.

Практическая значимость работы заключается в следующем;

- создана и апробирована запатентованная технология избирательного извлечения, концентрирования и очистки америция из высокоактивных многокомпонентных растворов. Разработанный процесс обеспечивает значительное снижение радиоактивности растворов. Промышленная апробация технологии продемонстрировала её надёжность и соответствие современным требованиям радиохимического производства (патент РФ № 2477758 «Способ извлечения америция»);

- разработана технология выделения и кондиционирования америция из гидроксидных отходов, основанная на методе соосаждения с использованием оксалата кальция в качестве носителя. Технология позволяет решить актуальную задачу безопасного вовлечения америций-содержащих отходов в систему обращения с РАО, что подтверждается полученным патентом РФ № 2508413 «Извлечение америция из отходов»;

- научные результаты исследования, раскрывающие физико-химические закономерности процессов выделения, концентрирования и очистки америция, имеют важное теоретическое и прикладное значение, поскольку формируют научный фундамент для разработки перспективных решений в сфере обращения с РАО, направленных на минимизацию радиологических рисков и рациональное

использование радиоактивных материалов на предприятиях Госкорпорации «Росатом».

Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Диссертационная работа включает введение, три главы, выводы и список использованных библиографических отечественных и зарубежных источников (153 наименования).

Общий объём работы изложен на 164 страницах машинописного текста, в том числе содержит 40 таблиц и 44 рисунка.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту, отмечена научная новизна и практическая значимость работы, результаты апробации работы, а также описывается личный вклад автора.

В главе 1 (литературном обзоре) на основании литературных данных в диссертационной работе выполнен систематический анализ современных методов выделения и очистки радиоактивных элементов. Особое внимание уделено разработке методики исследований, что обусловлено существенными технологическими сложностями при выделении, концентрировании и очистке америция, связанными с его низкой концентрацией в радиоактивных отходах по отношению к присутствующим в них примесям. Детально исследованы: применяемые соосадители для очистки растворов от радионуклидов, формы нахождения америция в растворах и возможные источники получения америция.

Выделение радиохимически чистых элементов затруднено из-за схожих химических свойств актиноидов и редкоземельных элементов. В связи с этим совершенствование методов разделения этих групп, а также их фракционирования внутри группы, остается ключевой задачей при развитии атомной энергетики.

В главе 2 автором подробно описаны объекты исследования: азотнокислые растворы, содержащие америций (образовавшиеся в результате переработки и очистки плутония), жидкие органические радиоактивные растворы (компоненты экстракционных систем и вакуумные масла, загрязненные америцием) и гидроксидные осадки (образовавшиеся в процессе нейтрализации азотнокислых растворов, содержащих америций), имеющие сложный химический состав в широком интервале концентраций.

В работе представлено детальное описание комплекса экспериментальных методов, использованных в ходе исследований. Приведено описание оборудования, материалов и реагентов, используемых для выполнения диссертационной работы, условия, в которых проводили эксперименты.

Выведено уравнение, позволяющее определить концентрацию ионов оксалата в растворе (сверх стехиометрии), необходимую для связывания ионов кальция в растворе для осаждения его оксалата, определены условия образования осадка оксалата америция, изучена его растворимость в азотно-щавелево-кислой среде.

Диссертантом выявлены физико-химические закономерности соосаждения америция на оксалате кальция и показано, что система $\text{Am}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 - \text{CaC}_2\text{O}_4$ дополняет группу систем, для которых в процессе их соосаждения характерна преобладающая роль адсорбции микрокомпонента ($\text{Am}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$) на носителе – макрокомпоненте (CaC_2O_4).

Установлены оптимальные параметры, обеспечивающие наиболее эффективное выделение америция из раствора и его очистку от посторонних примесей.

В ходе исследований автором работы были изучены методы вскрытия и растворения гидроксидных осадков, содержащих америций. На основе полученных данных разработана технологическая схема очистки гидроксидных осадков от радиогенных примесей, позволяющая получать очищенный диоксид америция (AmO_2) с содержанием основного вещества до 780 г/кг и примесей менее 0,1% мас. Оформлена заявка на изобретение по предложенной технологии и получен патент РФ (патент РФ № 2508413 «Способ извлечения америция из отходов»).

Разработан способ биодеструкции радиоактивного масла с использованием микроорганизмов путем разрушения масел микробными экзоферментами, который позволяет эффективно с малыми затратами подготавливать жидкие органические радиоактивные масла к дальнейшей переработке осадительными способами, в том числе с помощью разработанного метода.

В главе 3 на основании проведенных научно-исследовательских работ по изучению процесса выделения америция из реальных растворов, имеющих сложный химический состав, в широком интервале концентраций методом соосаждения с оксалатными соединениями на АО «СХК» были проведены опытно-промышленные испытания по выделению америция. В результате переработки раствора, содержащего америций, получен диоксид америция с содержанием примесей менее 0,1 мас.%, по предложенной технологии и получен патент РФ (патент РФ № 2477758 «Способ извлечения америция»).

В заключении приведены основные результаты и выводы по диссертационной работе. Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические решения по актуальной проблеме обращения с радиоактивными

отходами. Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам, автореферат отражает содержание диссертации.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных результатов подтверждается значительным массивом экспериментальных данных, которые подтверждают и взаимно дополняют друг друга, полученных с использованием современных аналитических методов и оборудования, сопоставительным анализом экспериментальных данных автора с опубликованными результатами аналогичных исследований, сходимости данных, полученных с использованием модельных и реальных растворов.

Диссертантом выполнены все требования, предъявляемые к диссертациям, автореферат соответствует тексту диссертации. Материал изложен логично и последовательно. Ключевые выводы диссертационного исследования имеют убедительное теоретическое и экспериментальное обоснование, закономерно следуя из представленного анализа и полученных результатов.

Личный вклад автора включал постановку научных задач и разработку программы исследований, методологическое обоснование выбранных подходов и экспериментальных методик, личное выполнение ключевых экспериментов и обработку полученных данных, анализ и интерпретацию результатов, включая их теоретическое обобщение.

Апробацию разработанных решений в реальных производственных условиях. Подготовку публикаций по результатам исследования.

Полнота опубликования основных результатов диссертационной работы

Научные результаты диссертации отражены в 23 публикациях автора, включая: 9 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК, 8 статей в международных изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, 12 публикаций в материалах международных, отраслевых и всероссийских конференций, 2 патента РФ на изобретения.

Результаты проведенного исследования получили освещение также через активное участие в научных мероприятиях международного и российского уровня.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию диссертационной работы можно сделать следующие замечания:

1) в литературном разделе не рассмотрены электрохимические методы, которые получили в радиохимии широкое применение для выделения радиоактивных элементов высокой радиохимической чистоты;

2) в исследовательской части диссертационной работы имеются повторение одинаковых/схожих описаний аналитических методик;

3) отсутствует информация по обоснованию выбора ТВЭКС-ТБФ для очистки концентрата америция от примесей;

4) в тексте работы допущена неточность в указании химической формулы диоксида америция (AmO_2) образующегося при прокаливании в температурном диапазоне 600-700°C.

Отмеченные недочеты носят частный характер и не снижают общей ценности диссертационной работы, поскольку материалы исследования представляют интерес как для фундаментальной науки, так и для практического применения.

Заключение

По своему содержанию диссертационная работа Селявского В.Ю. соответствует паспорту научной специальности 2.6.8 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части направлений исследований «Выделение и концентрирование америция соосаждением на оксалате кальция».

Диссертационное исследование Селявского В.Ю. является значимым научно-квалификационным трудом, вносящим существенный вклад в развитие технологий обращения с радиоактивными материалами. Работа содержит комплексное решение актуальных задач атомной промышленности, особую значимость работе придает фокус на америций - играющий ключевую роль: в ядерном топливном цикле, а также при производстве изотопной продукции. Научная новизна исследования подтверждается разработанными оригинальными технологическими решениями, полученными патентами и внедрением результатов в производственную практику.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертационная работа соответствует специальности 2.6.8 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов по направлению технические науки и требованиям п.п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Селявский Вадим Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.6.8 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов (технические науки).

Диссертационная работа Селявского Вадима Юрьевича была рассмотрена, а отзыв обсуждён и одобрен на заседании НТС ЦО «ИСС» АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» (протокол № 224/12-06/13 заседания НТС ЦО «ИСС» от 26.08.2025).

Заместитель директора ЦО «ИСС»
АО «ГНЦ РФ–ФЭИ»

по тематическому планированию
и экономике, кандидат технических наук


10/11

Виталий Иванович Карпенко

Сведения о ведущей организации:

Госкорпорация «Росатом» АО «Росатом Наука» Акционерное общество
«Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-
энергетический институт имени А.И. Лейпунского»
(АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»)

Почтовый адрес:

249033, г. Обнинск, Калужской обл., пл. Бондаренко, 1

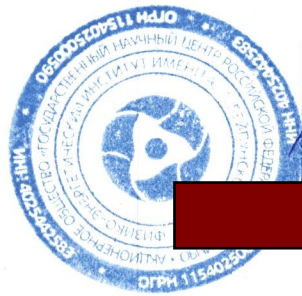
Телефоны:

+7 (484) 399-70-00 (доб. 89-61)

+7 (484) 399-70-00 (доб. 82-49)

Адрес электронной почты:

postbox@ippe.ru



Подпись Карпенко В.И. удостоверяю:
Начальник ОДО АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»
Л.С. Баруткина 05.09.2025.
Л.С. Баруткина

Подпись Лебедева А.Н. удостоверяю:
Начальник ОДО АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»
Л.С. Баруткина 08.08.2025.
Л.С. Баруткина